REESTRUTURAÇÃO FUNCIONAL DAS RELAÇÕES SOLO-FAUNA EM CICATRIZES DE MOVIMENTO DE MASSA

Achilles d'Avila CHIROL[1]
Evaristo CASTRO JR[2]
Ana Luisa COELHO NETTO[3]

RESUMO

A cicatriz da Vista do Almirante, localizada no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, tem a sua origem associada aos eventos chuvosos extremos que ocorreram em fevereiro de 1988. Feições como esta são características de ambientes montanhosos florestais como o do Maciço da Tijuca, em função da associação dos diferentes aspectos geobiofísicos do ambiente, e o seu processo de revegetação é extremamente complexo, sendo condicionado pelos diferentes aspectos morfológicos do deslizamento, em associação com o entorno florestal. Dentro deste processo de sucessão, o sub-sistema decompositor é fundamental, com os microartrópodes tendo um papel importante, atuando na estruturação do solo, formação do horizonte O_2 e como um regulador do processo de ciclagem de nutrientes, assim influenciando e sendo influenciada pela vegetação e pelos aspectos hidrológicos. Já a matéria orgânica e as propriedades químicas do solo são importantes componentes do solo por influenciarem na Capacidade de Troca Catiônica, na estrutura do solo, no balanço hídrico do solo e como fonte de nutrientes para as plantas. Assim é de fundamental importância o conhecimento sobre as características do comportamento do topo do solo durante o processo sucessional em cicatrizes de movimento de massa. O presente trabalho teve como intuito verificar o comportamento da comunidade de microartrópodes nos diferentes domínios sucessionais existentes dentro da cicatriz de movimento de massa da Vista do Almirante, das suas bordas e da Mata do Archer (floresta secundária tardia que funcionou como área controle), relacionando-o com os macronutrientes do solo, matéria orgânica e características da serrapilheira. O objetivo é observar o comportamento da fauna durante o processo sucessional nos diferentes domínios da Vista do Almirante, e como este processo também afeta o comportamento do macronutrientes. Todas as amostras forma retiradas do topo do solo (primeiros 5 cm), e as amostras de fauna foram separadas nas camadas L, F e S, para análise de movimentos verticais da fauna. Houve dois períodos amostrais, um marcadamente seco (Verão) e outro mais úmido (Inverno). Um dos comportamentos observado na fauna foi uma extrema variação vertical da distribuição desta, sendo a camada L a menos representativa na estação mais seca e com menor equidade entre os grupos. Este quadro muda na estação úmida: A camada L ganha em representatividade e apresenta uma maior equidade. Mesmo na área controle esta variação foi grande, mostrando uma grande sensibilidade da fauna. Isto mostra o forte controle que o regime hídrico exerce sobre esta, ocasionando este tipo de migração. Já em relação ao Carbono e Nitrogênio o ambiente se mostra bastante resiliente, sem muitas variações sazonais, assim como para a Matéria Orgânica. Já para o Fósforo e Potássio a cicatriz apresenta valores bem distintos da área controle, e com fortes variações sazonais provocadas pelo regime de chuvas. O que pode ser percebido através deste estudo é que mesmo após 13 de revegetação, e em uma cicatriz com condições favoráveis com a da Vista do Almirante, o sistema ainda possui um padrão de comportamento distinto do entorno. Outro aspecto importante é que as cicatrizes não se apresentam como unidades homogêneas, tendo uma grande variabilidade interna, que vai originar diversos domínios sucessionais com diferentes características físicas e biológicas condicionadas pela geomorfologia local. Isto influencia decisivamente o processo sucessional, sendo um elemento a ser levado em conta para a implementação de futuros projetos de RAD.

1) INTRODUÇÃO

[1] Doutorando do Programa de pós-graduação em Geografia da UFRJ, achilleschirol@terra.com.br
[2] Professor Assistente do Departamento de Geografia da UFRJ
[3] Professora Titular do Departamento de Geografia da UFRJ e Coordenadora do Laboratório de Geohidroecologia da UFRJ

As cicatrizes por movimento de massa são feições que fazem parte da dinâmica do ambiente montanhoso do Parque Nacional da Tijuca. Esses eventos são detonados pela associação existente entre os diversos fatores geobiofísicos do ambiente (COELHO NETO, 1996). A conseqüência direta dessas cicatrizes é a destruição do sistema de relações vegetação - solo - biota (CASTRO JR. et al, 1997) e a propagação de efeitos de borda para a floresta adjacente (figura 01). Já o processo de revegetação destas feições reflete a interação da dinâmica sucessional com as atividades hidro - erosivas das vertentes, sendo controlado pelo tamanho, forma, declividade, tempo sucessional e posição na encosta. A associação destes fatores controle é que determinarão a velocidade do processo de recuperação do topo do solo. ROCHA LEÃO (1997) demonstra que em áreas onde a atividade erosiva é intensa, o processo de sucessão não é eficiente.

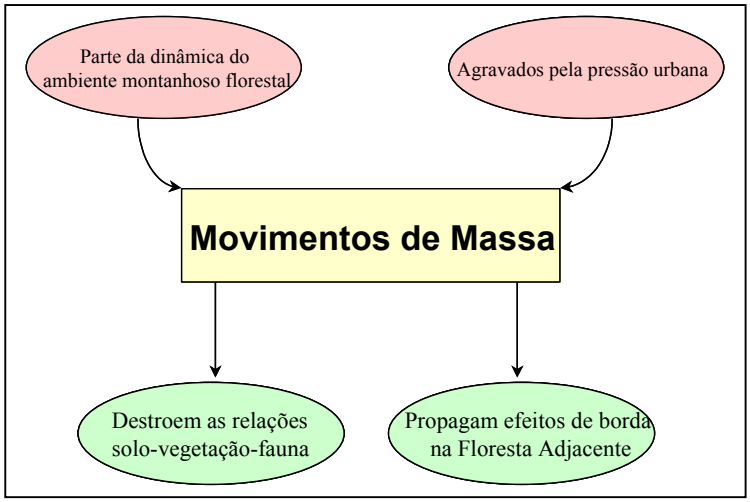


Figura 1: Fluxograma das relações de causa e efeito dos movimentos de massa

DENSLOW (1987) coloca que o surgimento de clareiras dentro do ambiente florestal permite a manutenção de uma variedade de espécies que sustentam a diversidade, por criar um mosaico de estágios sucessionais dentro da floresta. ROCHA LEÃO (1997) propõe o termo “cicatriz - clareira” para definir este tipo de clareira, em virtude das diferenças de magnitude existente entre estas e aquelas geradas pela queda de árvores. Diante deste quadro, abre-se uma questão: Até que ponto o ambiente florestal consegue ser resiliente a estas “cicatrizes-clareiras”? Sabe-se que o processo sucessional destas áreas sofre influência do tamanho e forma do deslizamento, declividade, posição na encosta e tempo sucessional, mas em que medida cada um destes fatores controle atua, e como a interação entre estes elementos permite ou impede a sucessão e a retomada da funcionalidade? CRUZ et al. (1999) verificaram que uma cicatriz erosiva no Pico do Papagaio, localizado no Parque Nacional da Floresta da Tijuca, por exemplo, teve a sua origem em uma área onde havia ocorrido um movimento nos eventos de 1988. Sendo assim, a questão da recuperação destas áreas é de extrema importância, para que se possa evitar a recorrência e magnitude destes eventos. Dentro de sistemas montanhosos florestais, os projetos de reflorestamento em áreas de encostas são problemáticos, em função da dificuldade que são apresentadas pelo ambiente físico, como solos pouca espessos e afloramentos rochosos, que dificultam a fixação dos indivíduos vegetais. Isto só realça a importância deste estudo na compreensão do funcionamento deste sistema, fornecendo bases teóricas que possam ajudar projetos deste tipo.

No processo de recuperação da funcionalidade das cicatrizes, a dinâmica da volta do topo do solo é fundamental, pois este compartimento é por excelência o redistribuidor de água no sistema florestal. Nesta dinâmica, a fauna tem um papel determinante, sendo um fator relevante na estruturação do solo e regulador do processo de ciclagem dos nutrientes, assim influenciando e sendo influenciada pela vegetação e os aspectos hidrológicos.

Dentro deste estudo os microartrópodes serão utilizados como bioindicadores de degradação. Este grupo abrange principalmente os grupos *acari* e *collembola*, que compõe quase mais de 93% da comunidade (RAJAGOPAL et al, 1995). Segundo OADES (1993), os microartrópodes não tem um papel importante dentro do transporte de matéria orgânica e partículas ao longo dos horizontes do solo ou então na ingestão de material mineral. Porém em certos ambientes, como os florestais, essa fauna é muito ativa dentro do processo de estruturação do solo pela sua produção de fezes. Como a maior parte desses animais é saprófaga (se alimenta de matéria orgânica morta no solo), produz um

material que mistura restos de planta e material húmico, que são importantes para a estruturação do solo (LEE et al, 1992).

Por conta da importância desta fauna dentro da estruturação do topo do solo, esta acaba por ter um relevante papel dentro da hidrologia, pois o comportamento hidrológico de bacias florestadas é caracterizado por uma alta infiltração e estocagem de água, onde o fluxo subsuperficial é dominante. Logo, as características do escoamento neste ambientes estão diretamente condicionadas pelos agentes bióticos destes ecossistemas. Como exemplo disto, temos a intercepção da chuva pela serrapilheira impedindo a obstrução dos poros não capilares e a existência de um elevado número de bioporos no topo do solo, resultantes da intensa ação da fauna edáfica e da profusão das raízes finas (MOORE et al, 1986, WILSON et al, 1988, CASTRO JR. et al, 1999).

Outro aspecto importante a ser observado é que apesar da sabida importância dos processos biológicos que ocorrem nos solos, fundamentais para a manutenção da vida no planeta, estes ainda têm muito que avançar. COPLEY (2000) coloca que apenas recentemente é que se começou a perceber que a biodiversidade do solo é um fator crucial na regulação dos ecossistemas. O mesmo autor coloca que ao longo dos anos, ecólogos descobriram que as interações mais importantes para as plantas têm lugar no solo, particularmente nos pobres. Nestes, a aerodinâmica das raízes, fauna e processos microbianos parecem determinar o que cresce e onde.

A matéria orgânica e as propriedades químicas são importantes componentes do solo por influenciarem na Capacidade de Troca Catiônica, na estrutura do solo, no balanço hídrico do solo e como fonte de nutrientes para as plantas (SANCHEZ, 1976). Compreender a dinâmica dos fatores que influenciam e se relacionam com a dinâmica da matéria orgânica são importantes para se entender a sua sustentabilidade e a capacidade de resiliência dos solos tropicais (BROWN & LUGO, 1990).

Este estudo tem como objetivo, dentro do contexto descrito anteriormente, verificar o comportamento da comunidade de microartrópodes nos diferentes domínios de estágios sucessionais existentes dentro da cicatriz de movimento de massa da Vista do Almirante, relacionando-a com algumas propriedades físico-químicas do solo (Carbono, Nitrogênio e matéria orgânica). Assim pretende-se observar o comportamento desta fauna durante o processo de recolonização (inter-relações entre fauna - vegetação - solo) e sua importância para a recuperação do topo do solo em áreas degradadas, no sentido de sistematizar informações para usar estes parâmetros (estrutura da fauna e nutrientes) como indicadores no contexto dos diagnósticos Geo-hidroecológicos.

2) ÁREA DE ESTUDO

A cicatriz da Vista do Almirante está localizada na Estação Experimental do Alto Rio da Cachoeira, no Parque Nacional da Tijuca, sendo considerada uma área representativa de regiões montanhosas florestais do Rio de Janeiro. Esta bacia possui uma área de 335,3ha dentro do Maciço da Tijuca, cidade do Rio de Janeiro (figura 02), localizada nas coordenadas 22o55’ S 23o00’S e 43o18’WGr-43o18’WGr. É uma bacia de 4a ordem, de acordo com Strahler, e drena as encostas mais íngremes ao sul do Maciço da Tijuca, que escoa em direção à lagoa da Tijuca, na Barra da Tijuca Atualmente o que se encontra é uma floresta tropical secundária. Esta área do Parque Nacional da Tijuca originalmente era recoberta por floresta natural que foi desmatada para a implantação de fazendas de café, cana, chá e gado. Problemas de abastecimento de água na cidade do Rio de Janeiro no século passado levaram à iniciativa, por parte da Coroa, de desapropriação destas fazendas e do reflorestamento com essências nativas pelo Major Archer (MATTOS et al, 1976). Porém estes reflorestamentos não recompuseram a vegetação na totalidade. Esta foi conseqüência do processo de sucessão natural. Atualmente a vegetação do Parque é constituída por áreas de formação secundária, em regeneração, remanescentes da formação primária e terrenos degradados. (MATTOS, 1976). Assim, esta bacia apresenta um nítido mosaico de situações fisionômicas, que envolve a distribuição de espécies e de estágios sucessionais. A produção de serrapilheira na Bacia do Alto Rio da Cachoeira é da ordem de 8.900 kg/ha/ano (OLIVEIRA, 1987), com picos de produção nos meses de dezembro, fevereiro e julho. A distribuição se dá de forma homogênea durante o ano, mas é menor em períodos de maior precipitação.

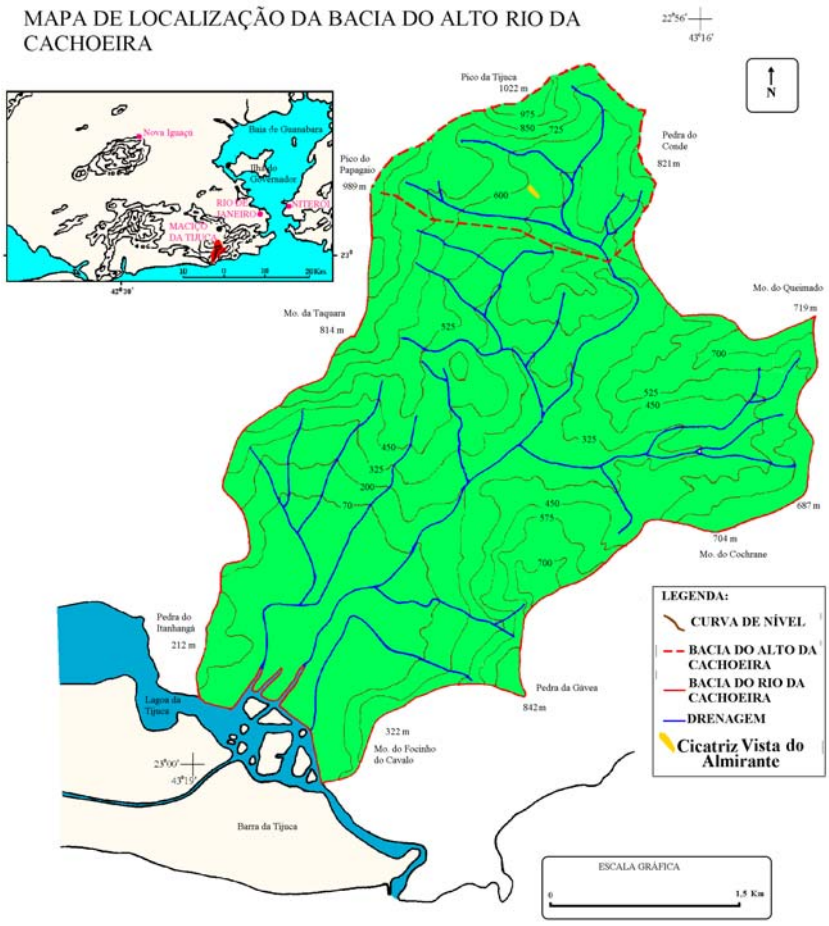


Figura 4: Mapa de localização da Bacia do Alto Rio da Cachoeira (Fonte: GEOHECO)

A área de estudo está na chamada zona climática montanhosa tropical do Rio de Janeiro (Cf). A temperatura anual é em média de 22° C, variado de valores extremos da média entre 25°C em fevereiro e 19°C em junho. A temperatura máxima pode atingir até 35°C durante o verão e o mínimo excede os 10°C, mesmo durante o período do inverno. A chuva se mantém de forma regular durante todo o ano, tendo uma estação menos chuvosa durante os meses de maio a agosto, aumentando gradativamente à medida que se aproxima o verão, reconhecidamente a estação mais chuvosa, mantendo altas taxas até abril. A média anual oscila entre 2.000 e 2.500mm, podendo atingir picos de 3.300mm em anos muito chuvosos e picos negativos de até 1.600mm em ano mais secos. Em anos muito chuvosos, a chuva diária pode atingir até 180mm/dia, e 100mm/dia em anos menos chuvosos. A maior pluviosidade que ocorre no verão é uma resposta direta ao impacto causado pela frente polar Atlântica, alterando a dinâmica habitual da atmosfera (COELHO NETTO, 1985).

Essa área tem uma predominância de latossolos com grandes profundidades e quase sem diferenciação entre os horizontes. No horizonte B tende a haver um aumento da concentração de argila. Litossolos e cambissolos podem vir a ocorrer localmente sendo que o primeiro está associado às encostas íngremes, com manto de intemperismo pouco espesso, e o segundo pode ser considerado uma fase intermediária entre o latossolo e o litossolo. Os litossolos são encontrados na área de cabeceira de drenagem afastados de paredões rochosos, cambissolos aos sopés de paredões rochosos e o latossolo vermelho-amarelo em áreas de menor gradiente (Com. De solos/MA, 1958 *apud* CASTRO JR., 1991). Podemos considerar que o substrato rochoso do Maciço da Tijuca data do Pré-Cambriano, e faz parte da grande faixa móvel que formou as rochas do Sudeste brasileiro, como conseqüência das falhas tectônicas do Terciário inferior. É formado essencialmente de gnaisses (principalmente gnaisse facoidal e biotita gnaisse), com manchas isoladas de granitos em sua porção Leste (COSTA, 1986).

2.1) A cicatriz da Vista do Almirante:

A origem da cicatriz erosiva em estudo está relacionada aos “inputs” extremos ocorridos nas chuvas de grandes magnitudes e intensidades ocorridas em fevereiro de 1988 (954,4 mm). Neste mesmo ano foram registradas chuvas contínuas de 2 a 23 de fevereiro com 3 episódios de chuvas intensas nos dias 3, 12 e 20, concentrando chuvas que variaram de 10 a 16 % da pluviosidade média anual, sendo que o episódio do dia 20 foi o desencadeador de deslizamentos de encostas generalizados (BRANDÃO 1994). As fortes chuvas dessa ocasião acabaram por gerar a construção do Mirante da Vista do Almirante, área da cicatriz em questão. A mesma se localiza na vertente sul do paredão rochoso do Archer. Essa encosta serve de anteparo aos ventos úmidos do Oceano Atlântico, o que lhe confere uma condição mais úmida e de menor insolação.

A pequena largura da cicatriz permitiu o recobrimento da mesma por espécies pioneiras e secundárias iniciais em toda a sua extensão. O processo de revegetação desigual se dá a partir de aspectos da própria morfologia da clareira. O entorno é constituído por uma mata secundária tardia em estado avançado de regeneração com sub-bosque dominado por palmito (Euterpe edulis). MONTEZUMA et al. (2000), com base na área basal e altura da vegetação, identificou 4 domínios geo-hidroecológicos na área: Domínio 1 (D1), Domínio 2 (D2) (estes associados as porções superiores da cicatriz, onde a dinâmica hidro-erosiva é mais intensa), Domínio 3 (D3) (resultante da recolonização da Zona de Deposição em direção à montante) e a Zona de Deposição (D4) (estes últimos onde a dinâmica hidro-erosiva é menos intensa) (figura 03)

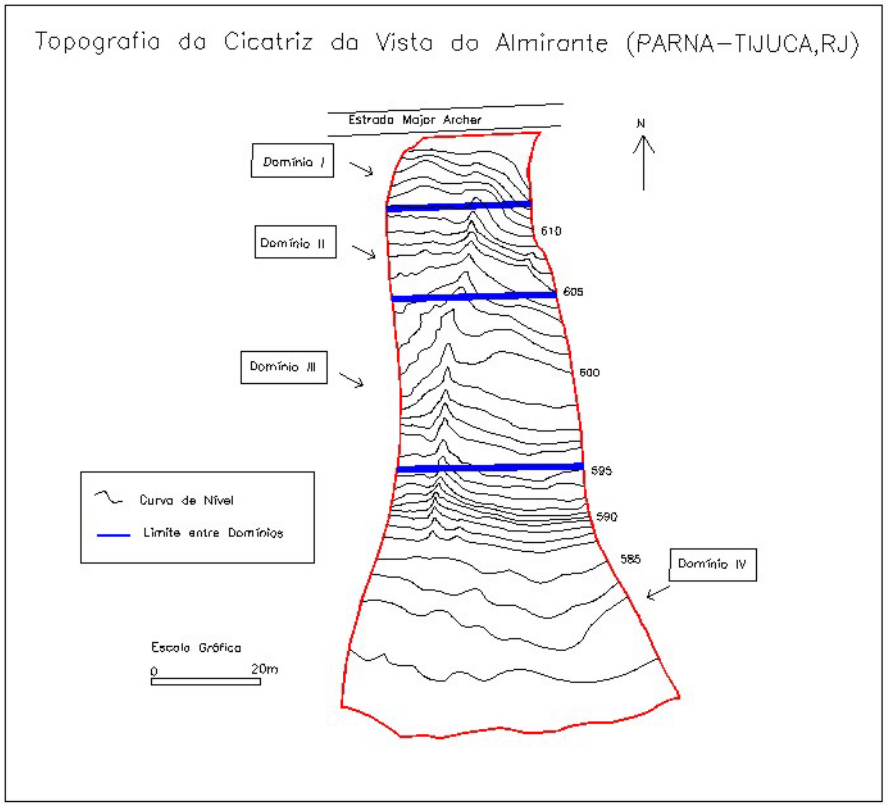


Figura 03: Mapa Topográfico da com os domínios geo-hidroecológicos da Cicatriz da Vista do Almirante
Fonte: GEOHECO

3) METODOLOGIA

3.1) Coletas de fauna e solo

Os microartrópodes, na sua maioria, se organizam de forma muito agregada no solo, optando assim por uma competição intraespecífica. Com isso o anel usado para a coleta deve ser o de 5cm de diâmetro, para que se possa ter um retrato representativo da realidade. São exatamente os 5 primeiros centímetros do solo que são a área de maior ação da fauna dos microartrópodes, por causa das melhores condições de aeração, maior quantidade de matéria orgânica e maior umidade que proporcionam melhores microclimas para a fauna. Com isso se escolheu coletar a camada de serrapilheira e os 5 primeiros centímetros do solo.

A estrutura do sistema solo - serrapilheira foi separada para estudo em três porções:

- Porção de folhas não fragmentadas (porção L)
- Porção de folhas fragmentadas (porção F)
- Topo do solo (porção S, com o horizonte H).

Este procedimento se justifica para que se possa relacionar o processo de decomposição da serrapilheira com a estrutura da comunidade. Segundo GARAY (1988), se as camadas L, F e S são processadas separadamente, pode se obter a estrutura da população para cada camada e assim compreender-se as relações existentes entre as diversas populações de microartrópodes dentro da comunidade.

Essas amostras foram retiradas com um anel de 5cm de diâmetro e 5 de profundidade e colocadas em tubos de PVC de 15cm de altura, com tela de 5mm no fundo. Estas foram trazidas para o laboratório, processadas em um extrator do tipo Berlese (figura 04) modificado, sem luz, com gradientes a partir de temperatura ambiente. Este tipo de extrator é largamente utilizado para o estudo da fauna edáfica. As amostras foram preservadas em álcool 80%, e processadas durante um período de 10 dias. Posteriormente as mesmas foram triadas em uma lupa do tipo SV6 Zeiss, ocorrendo em ordem da fauna. Nesta fase foram levados em conta dois aspectos: O número de taxons e o número de indivíduos por táxon. Também foram medidos o peso seco das camadas L e F. O Extrator utilizado foi um do tipo Berlese-Tullgreen modificado, com gradiente de luz e temperatura ambiente. As análises de Nitrogênio, Carbono, Matéria Orgânica, macronutrientes, granulometria e porcentagem de agregados procederam de acordo com EMBRAPA (1997). Os dados de Chuva foram obtidos junto a Estação da SERLA da Capela Mayrink, e são referentes ao período entre 1976 e 2002. Todos os dados foram tratados estatisticamente, com a aplicação dos testes ANOVA, quando as amostras possuíam distribuição normal dos dados e Kruskal-Wallis quando está não se encontrava normal. Para agrupar os dados foram utilizados os testes de Scheffè (paramétrico) e de Dunn (não paramétrico).

Figura 04: Extrator de Berlese (modificado)

3.2) Plano Amostral

As coletas procederam dentro da cicatriz de acordo com os domínios caracterizados por MONTEZUMA et al. (2000) (D1, D2, D3, D4). Em cada um destes foram coletadas 6 pontos

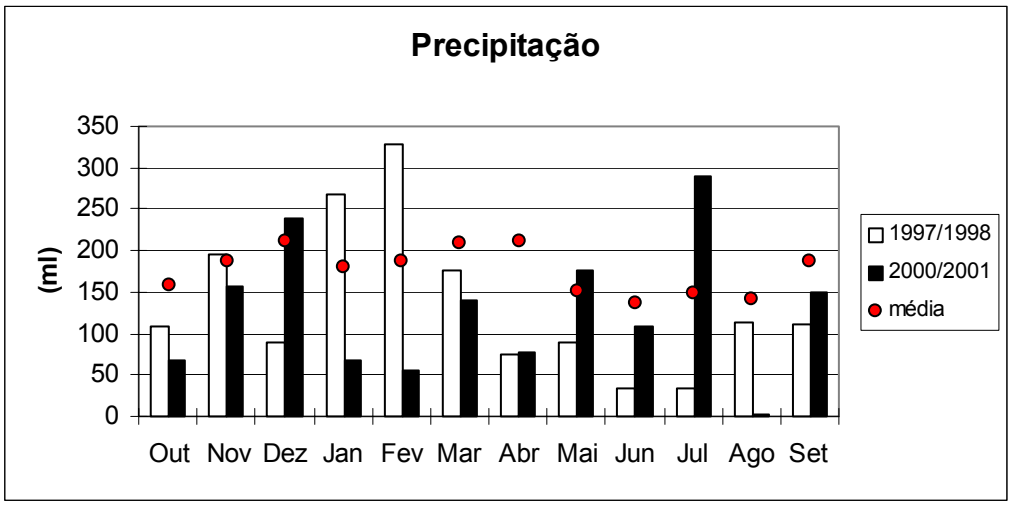
amostrais, em função da pequena extensão da cicatriz (figura 12). Na área controle (AC) houve 12 pontos amostrais, assim como na Borda Direita (BD), sendo que para uma análise mais detalhada da fauna na comparação das bordas, separou-se esta em BD1, que abrange do limite da cicatriz com a Mata Adjacente até 60 metros dentro desta, e BD2, que abrange de 60 até 130 metros dentro da Mata Adjacente. Mais 6 pontos foram amostrados na Borda Esquerda (BE), onde a presença de uma estrada próxima acabou por não tornar necessário um maior número. Este protocolo foi efetuado para que pudessem ser feitas comparações internas entre os diferentes domínios da cicatriz. Em todos os pontos amostrais foram coletadas amostras de fauna e de solo para as análises pedológicas. As coletas foram feitas em dois períodos amostrais: final de Janeiro de 2001 (Verão) e final de Julho de 2001, sendo que neste último período houve apenas coletas nos domínios da cicatriz. Estes dados foram comparados aos de CHIROL (1999), obtidos na mesma área de estudo e com a mesma metodologia.

4) RESULTADOS

4.1) Resultados de precipitação:

Os dados de chuva foram obtidos junto a SERLA, e são referentes aos dados da Estação da Capela Mayrink, cobrindo o período entre 1976 e 2001. Para efeito de análise, foram calculados os totais pluviométricos mensais no ano do período amostral, entre outubro de 2000 até setembro de 2001, e na época da coleta dos dados de CHIROL (1999), isto é, o período entre outubro de 1997 e setembro de 1998. Estes dados foram comparados as médias mensais entre 1976 e 2001. Comparando-se os dados (gráfico 1), nota-se que no mês da primeira coleta (Janeiro 2001, com 66,7mm) o total de precipitação foi bem inferior ao da média (181,7mm), cerca de 1/3 deste valor. Fevereiro apresenta também um padrão semelhante. Assim, o Verão de 2001 foi bem mais seco do que o padrão para esta estação. Já no segundo período amostral, em Julho de 2001, o quadro se inverte: A média (149,0mm) foi quase que a metade do valor da precipitação do mês (289,0mm). O que se tem então é uma inversão do padrão pluviométrico usual, com um Verão seco e um Inverno chuvoso. Já no Verão de 1998 (coleta de CHIROL, 1999) os valores são bem elevados, principalmente entre Janeiro e Fevereiro (268,2 e 329mm), quando estão bem acima da média. Assim temos o contraste entre um Verão muito chuvoso (1998), um outro muito seco (2001) e um inverno com pluviosidade acima da média.

Gráfico 01: Precipitação nos anos amostrados em comparação com as médias entre 1976 e 2002



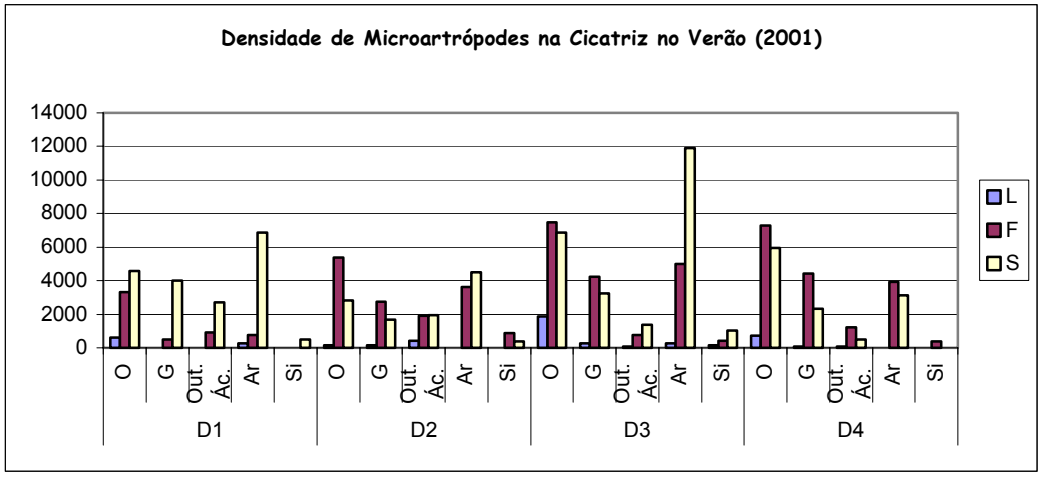
4.2) Resultados de fauna

Dentro deste trabalho, a fauna foi dividida em 5 grupos taxonômicos: (1) os ácaros Oribátidos, que são saprófagos, isto é, que se alimentam de restos orgânicos depositados no solo e microorganismos, notadamente fungos; os ácaros Gamasida, que são predadores; Outros Ácaros; colêmbolos *Arthropleone*, que são insetos saprófagos; e os colêmbolos *Symphypleone*, também saprófagos. Como pode ser observado nos gráficos 2 e 3, chama a atenção dentro da área do deslizamento a grande variabilidade em relação a sua densidade e distribuição ao longo das

camadas estudadas. Grande parte deste comportamento pode ser atribuído ao controle que é exercido pela chuva nestes animais, transformando o habitat e tendo conseqüências para o metabolismo dos microartrópodes e as interações da comunidade do solo.

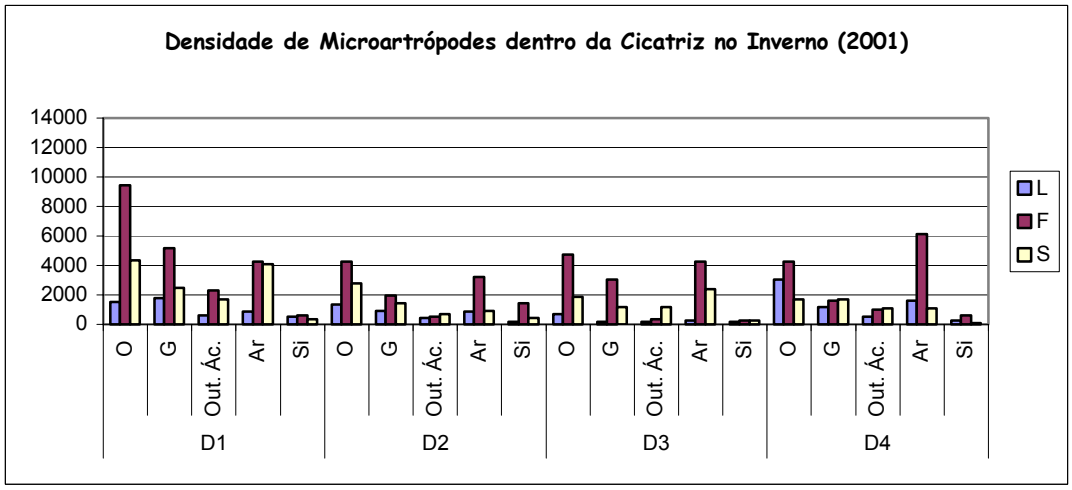
Áreas onde as variações sazonais das variáveis ambientais são mais fortes, a resposta dos microartrópodes a estas está mais baseada em termos demográficos, enquanto em áreas onde estas variações são mais suaves, a resposta tende a ser a partir de movimentos verticais ao longo dos horizontes (SGARDELIS et al., 1993). Dentro da área de estudo da cicatriz da vista do Almirante e no Archer, houve uma forte resposta demográfica, porém houve também variações verticais notadas, principalmente entre as camadas L e S. Os oribátidos são um exemplo deste comportamento (gráficos 02 e 03): Na camada L, houve um aumento significativo no Inverno no Domínio 4, enquanto na camada S houve uma diminuição significativa para os Domínios 3 e 4 no Inverno. Este padrão se manteve para quase todos os taxa, exceto os simphypleones na camada S, que tiveram um comportamento aparentemente aleatório. Isto provavelmente é decorrente do fato da camada L ser mais instável em termos de umidade e temperatura, se comparada com a F e a S, apesar de ter uma maior disponibilidade de recursos que a segunda. Assim, durante o verão, esta (a camada L) se tornou não muito favorável para a fauna, enquanto a S apresentou-se como um domínio mais estável em relação à umidade e temperatura, apesar da menor disponibilidade de recursos.

Gráfico 02: Densidade de microartrópodes na Cicatriz no Verão de 2001



O = Oribatida; G = Gamasida; Out. = Outros Ácaros; Ar = Arthropleone; Si = Simphypleone

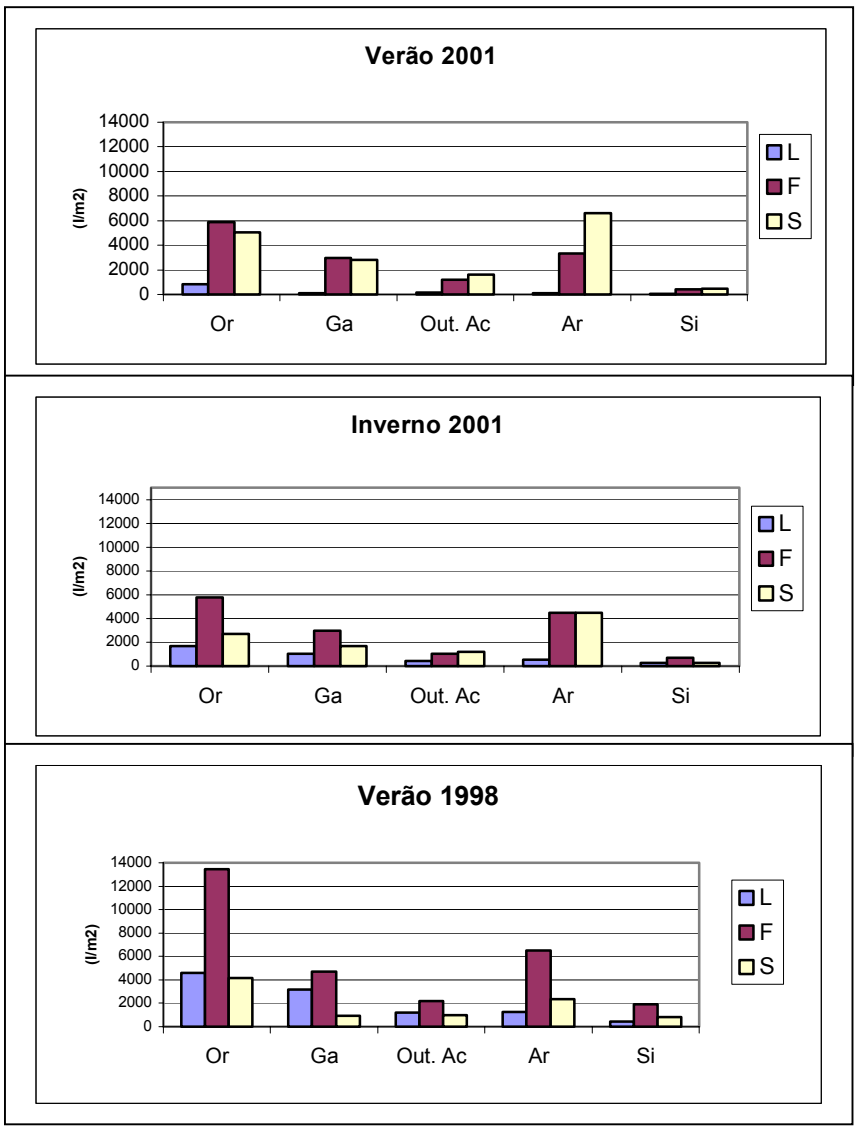
Gráfico 03: Densidade de microartrópodes na Cicatriz no Inverno de 2001



O = Oribatida; G = Gamasida; Out. Ác. = Outros Ácaros; Ar = Arthropleone; Si = Simphypleone

Comparando-se os valores de densidade entre os Domínios da Cicatriz, o Domínio 1 apresenta um padrão distinto dos demais. Em todos os grupos taxonômicos no verão, a camada S foi a mais populosa neste Domínio. No inverno essa situação se alterou, com a camada F tendo maior densidade para todos os grupos estudados. Para os outros domínios, apenas para o grupo *Arthropleone* no verão nos Domínios 2 e 3 a camada S era mais representativa. Outro aspecto notado foi a grande flutuação de valores de densidade entre verão e inverno do Domínio 1, apresentando assim um quadro de grande instabilidade. Isto pode ser reflexo direto do impacto que a estrada tem sobre a área da cicatriz, aumentando a entrada de luz e vento, interferindo no processo sucessional. Dos domínios restantes, o 2 é o que apresenta as menores densidades para quase todos os taxa, tanto no verão como no inverno. Isto é conseqüência da dinâmica hidro-erosiva mais intensa neste domínio, que acarreta em maiores taxas de erosão, que dificulta a fixação de indivíduos vegetais e "lava" este domínio, tornando o estabelecimento da fauna mais difícil. Os domínios 3 e 4, que estão na base do deslizamento, onde as condições com solos mais profundos, mais úmidos e com um processo sucessional mais avançado, apresentam as maiores densidades de uma maneira geral para os grupos taxonômicos estudados, principalmente os ácaros.

Gráfico 04: Comparação da densidade de fauna entre os diferentes períodos amostrais na Cicatriz da Vista do Almirante

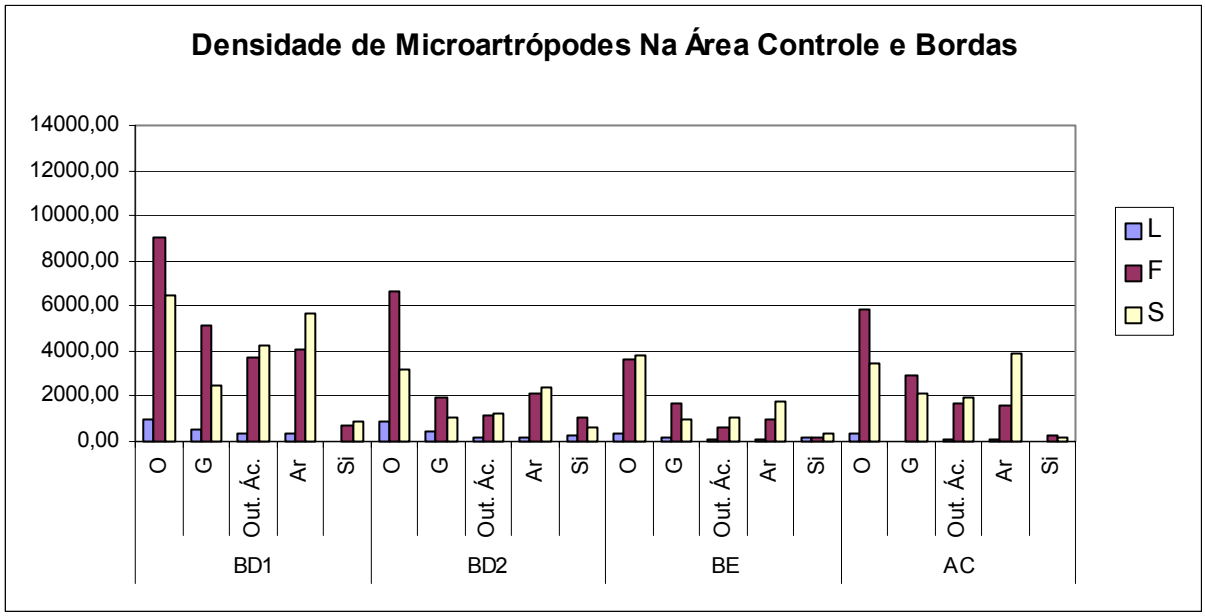


O = Oribatida; G = Gamasida; Out. Ác. = Outros Ácaros; Ar = Arthropleone; Si = Simphypleone

O controle exercido pela umidade pode ser observado comparando-se os dados de fauna para a cicatriz de 2001 aos de 1998 (gráfico 04). Em função do maior tempo sucessional, o que seria esperado é que em 2001 a densidade de animais fosse maior. Porém isto não ocorre na camada L e F, sendo apenas a camada S mais representativa em 2001. A explicação de um maior desenvolvimento da cadeia trófica, com o conseqüente aumento dos macroartrópodes, que através da predação inibem o desenvolvimento dos microartrópodes (KANEKO, 1995) não é satisfatória, uma vez que as densidades encontradas são bem inferiores às de outros trabalhos em áreas florestais (KANDELER *et al.*, 1999; MITCHELL, 1977; SARKAR, 1990; CASTRO JR., 1991), apesar da proximidade dos dados com os valores da área controle. Dessa forma, resta explicar esta variabilidade através destas variações do regime pluviométrico.

Comparando-se a densidade entre as bordas (gráfico 05), o que se perceber é que a Borda Esquerda apresenta os menores valores para quase todos os grupos taxonômicos em quase todas as áreas, como pode ser atestado pelas diferenças significativas do grupo *uropoda* na camada L. Isto possivelmente é resultado desta área estar situada entre a cicatriz e uma estrada, o que pode gerar efeitos de borda degenerativos. Nas comparações para a fauna da borda direita, BD1 apresenta valores maiores que BD2, apesar da segunda, pelo menos teoricamente, ser mais preservada. O que se observa é que o efeito de borda tem algumas implicações para a fauna, porém maiores informações sobre vegetação e elementos microclimáticos são necessárias para que se possa fazer inferências sobre a causa deste padrão.

Gráfico 05: Densidade de microartrópodes na Área Controle e Bordas



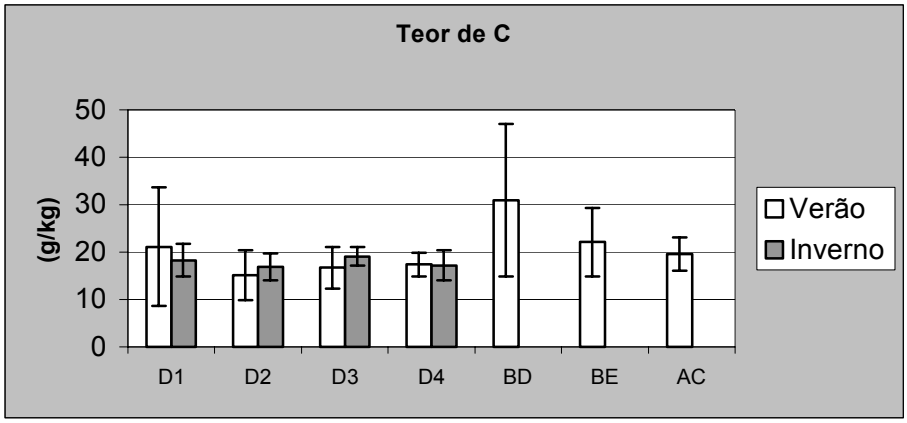
O = Oribatida; G = Gamasida; Out. Ác. = Outros Ácaros; Ar = Arthropleone; Si = Simphypleone

4.3) Resultados de carbono

Para o carbono no Verão, o Domínio 1 foi a área com o maior teor (gráfico 06), porém ao mesmo tempo foi a com maior desvio padrão (quase 50% de coeficiente de variação), o que indica grande variabilidade interna dos valores, que pode ser conseqüência dos efeitos da proximidade da estrada. Não houve diferenças significativas entre o verão e inverno para nenhum domínio (tabela 01), sendo que o Domínio 2 apresentou os menores valores tanto para o verão como para o inverno (gráfico 06) (onde apresentou diferenças significativas em relação aos demais domínios), o que pode ser conseqüência da maior dinâmica hidro-erosiva. ROSS (1992) coloca que zonas mais susceptíveis à erosão perdem mais nutrientes, sendo acentuada para declividades superiores a 16°. Pode-se notar que a borda direita apresenta valores bem mais elevados que os demais, incluindo a área controle. Esta concentração pode estar associada à presença da Euterpe edulis (Palmae) que predominam na área. A sua folha possui um grande teor de carbono, que com o processo de composição vai sendo incorporado ao solo, resultando nestes valores elevados.
Comparando-se 1998 com 2001 (tabela 02), percebe-se que houve um acúmulo ao longo destes 3 anos, com o inverno de 2001 com valores próximos aos da área controle. ZARIN et al. (1995) coloca

que o carbono é o nutriente de recuperação mais lenta em cicatrizes, mas não é esse o comportamento que se observa na área da Vista do Almirante.

Gráfico 06 : Teores de C (g/kg) para as áreas de Estudo no Verão e Inverno de 2001 (médias)



D1 = Domínio 1; D2 = Domínio 2; D3 = Domínio 3; D4 = Domínio 4; BD = Borda Direita; BE = Borda Esquerda; AC = Área Controle (Archer)

Tabela 01: Agrupamento estatístico entre os domínios estudados para verão e inverno, e comparação entre as duas estações (Carbono)

Área	Verão	Inverno	Verão x Inverno
D1	AB	A	n.s.
D2	A	B	n.s.
D3	A	A	n.s.
D4	A	A	n.s.
BD	B		
BE	AB		
AC	AB		

D1 = Domínio 1; D2 = Domínio 2; D3 = Domínio 3; D4 = Domínio 4; BD = Borda Direita; BE = Borda Esquerda; AC = Área Controle (Archer)
Todos os teste estatísticos foram efetuados com p = 0,05
n.s. = não significativo

Tabela 02: Comparação dos teores de C (g/kg) entre 1998 e 2001 dentro da Cicatriz

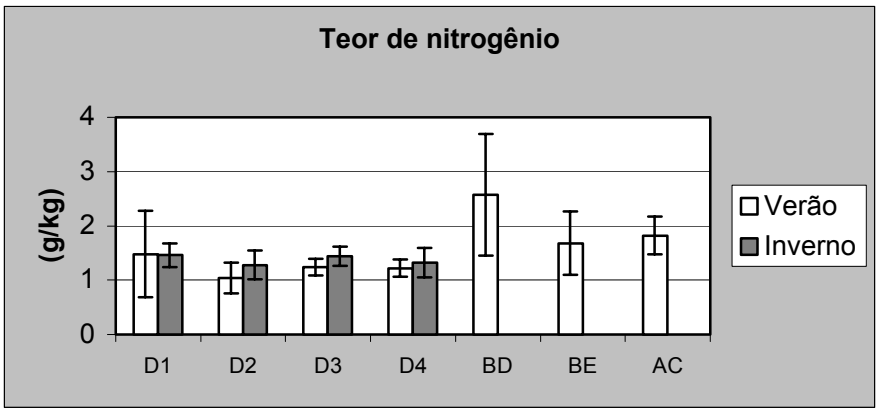
Área	Média	±	Agrup.
VERÃO	17,6	7,02	A
INVERNO	15,9	4,94	A
1998	11,1	4,21	B

Verão = 1ª coleta de 2001; Inverno = 2ª coleta de 2001; 1998 = coleta de fevereiro de 1998
Todos os teste estatísticos foram efetuados com p = 0,05

4.4) Resultados de nitrogênio

O nitrogênio tem um padrão de distribuição semelhante ao do carbono, com poucas variações entre Verão e Inverno e entre os Domínios da Cicatriz (gráfico 07 e tabela 03). Novamente BD apresenta os maiores valores, maior inclusive que a área controle. Entre 1998 e 2001 não existem diferenças significativas para este nutriente (tabela 04), o que demonstra que os valores estão próximos aos da floresta. Este padrão acompanha ao descrito por ZARIN et al (1995), que demonstra que o ambiente é muito resiliente em relação ao nitrogênio.

Gráfico 07 : Teores de N (g/kg) para as áreas de Estudo no Verão e Inverno de 2001 (médias)



D1 = Domínio 1; D2 = Domínio 2; D3 = Domínio 3; D4 = Domínio 4; BD = Borda Direita; BE = Borda Esquerda; AC = Área Controle (Archer)

Tabela 03: Agrupamento estatístico entre os domínios estudados para verão e inverno, e comparação entre as duas estações (Nitrogênio)

Área	Verão	Inverno	Verão x Inverno
D1	A	A	n.s.
D2	A	A	n.s.
D3	A	A	n.s.
D4	A	A	n.s.
BD	B		
BE	AB		
AC	AB		

D1 = Domínio 1; D2 = Domínio 2; D3 = Domínio 3; D4 = Domínio 4; BD = Borda Direita; BE = Borda Esquerda; AC = Área Controle (Archer)
Todos os teste estatísticos foram efetuados com p = 0,05
n.s. = não significativo

Tabela 04: Comparação dos teores de N (g/kg) entre 1998 e 2001 dentro da Cicatriz

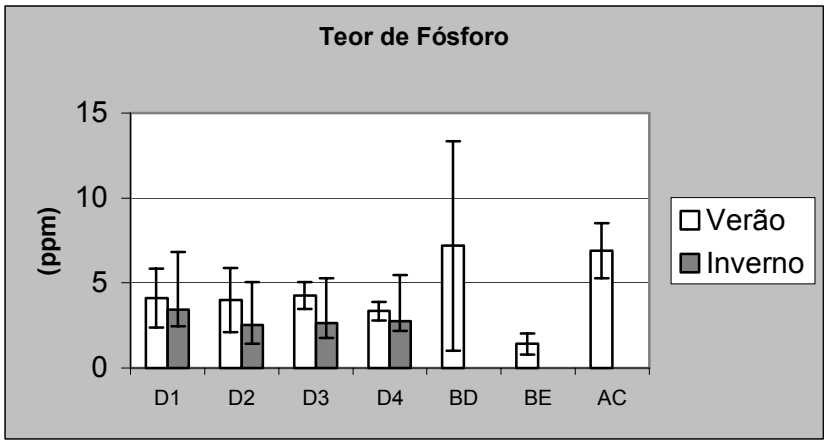
Área	Média	±	Agrup.
VERÃO	1,24	0,43	A
INVERNO	1,26	0,33	A
1998	1,06	0,36	A

Verão = 1ª coleta de 2001; Inverno = 2ª coleta de 2001; 1998 = coleta de fevereiro de 1998
Todos os teste estatísticos foram efetuados com p = 0,05

4.5) Resultados de fósforo e potássio

Na área da cicatriz, para todos os domínios, houve uma diminuição dos valores do fósforo do Verão para o Inverno (gráfico 08), sendo esta diminuição significativa para o Domínio 3 (tabela 05). A possibilidade deste padrão ter tido a sua origem na dinâmica erosiva é pequena, uma vez que ROSS (1992) afirma que o fósforo é menos susceptível à erosão que outros nutrientes. Uma outra explicação poderia estar no fato de que no inverno, em função das chuvas, a vegetação da cicatriz aumentou o seu ritmo de crescimento em relação ao verão, assim absorvendo o fósforo do solo em maior quantidade neste período. BD e a área controle apresentam os maiores valores, por serem áreas onde o estágio sucessional está a frente das demais.
O potássio tem um padrão definido, sendo os Domínios 1 e 2 os com maior valor no Verão e os Domínios 3 e 4 tendo os maiores no Inverno (gráfico 09). Estas diferenças são significativas para os Domínios 1 e 3 (tabela 06). O que pode ter acontecido é que a precipitação foi capaz de transportar o potássio dos domínios do topo em direção aos da base, onde este ficaria retido. Dois aspectos favorecem esta hipótese: O primeiro é o fato do potássio ser sensível à erosão (ROSS, 1992; FULLEN et al., 1995), e o segundo é que foi observado no campo que existe uma maior presença de raízes finas no domínio 3, que poderiam estar "capturando" este nutriente. O que acontece é que no Verão, pela falta de chuvas, houve um acúmulo de potássio nas zonas de topo, que no Inverno, através da chuva, foi transportado para a zona deposicional. Os valores mais elevados da Cicatriz em comparação às bordas e área controle acompanha o padrão observado por ZARIN et al. (1995), onde o principal input de potássio em florestas tropicais é através do intemperismo, e a concentração deste tende a cair quando mais a área se aproxima do clímax. Assim na cicatriz, onde o intemperismo é mais elevado, os valores para este nutriente são maiores. A sua rápida mineralização (SONGWE et al., 1995) também colabora para este padrão. Chama a atenção o baixíssimo valor da borda esquerda, que pode apontar para a intensa degeneração que esta área pode estar sofrendo por estar próxima à estrada.

Gráfico 08 : Teores de P (ppm) para as áreas de Estudo no Verão e Inverno de 2001 (médias)



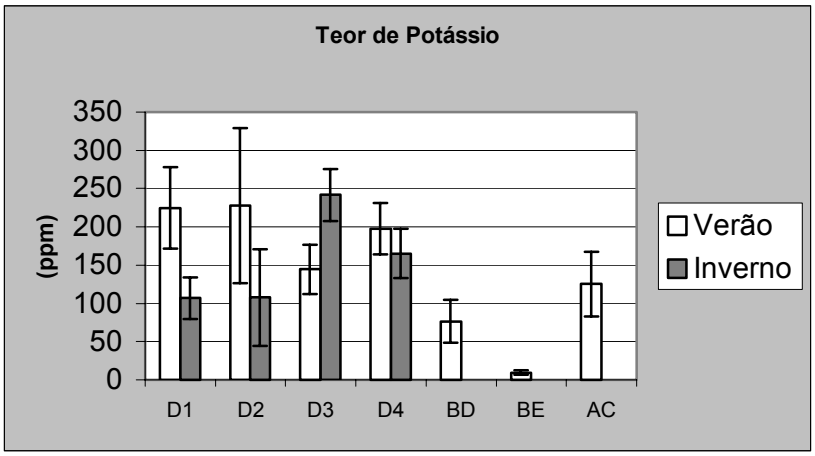
D1 = Domínio 1; D2 = Domínio 2; D3 = Domínio 3; D4 = Domínio 4; BD = Borda Direita; BE = Borda Esquerda; AC = Área Controle (Archer)

Tabela 05: Agrupamento estatístico entre os domínios estudados para verão e inverno, e comparação entre as duas estações (Fósforo)

Área	Verão	Inverno	Verão x Inverno
D1	AB	A	n.s.
D2	AB	A	n.s.
D3	AB	A	p < .05
D4	AB	A	n.s.
BD	A		
BE	B		
AC	A		

D1 = Domínio 1; D2 = Domínio 2; D3 = Domínio 3; D4 = Domínio 4; BD = Borda Direita; BE = Borda Esquerda; AC = Área Controle (Archer)
Todos os teste estatísticos foram efetuados com p = 0,05
n.s. = não significativo

Gráfico 09 : Teores de K (ppm) para as áreas de Estudo no Verão e Inverno de 2001 (médias)



D1 = Domínio 1; D2 = Domínio 2; D3 = Domínio 3; D4 = Domínio 4; BD = Borda Direita; BE = Borda Esquerda; AC = Área Controle (Archer)

Tabela 06: Agrupamento estatístico entre os domínios estudados para verão e inverno, e comparação entre as duas estações (Potássio)

Área	Verão	Inverno	Verão x Inverno
D1	A	A	p < .05
D2	A	A	n.s.
D3	AC	B	p < .05
D4	AC	B	n.s.
BD	BC		
BE	B		
AC	C		

D1 = Domínio 1; D2 = Domínio 2; D3 = Domínio 3; D4 = Domínio 4; BD = Borda Direita; BE = Borda Esquerda; AC = Área Controle (Archer)
Todos os teste estatísticos foram efetuados com p = 0,05
n.s. = não significativo

5) CONCLUSÃO

As complexas interações que existem entre o sub-sistema decompositor são fundamentais para o processo de sucessão e conseqüentemente, para recuperação de áreas degradadas. Na busca de melhorias nas técnicas de RAD, compreender o papel e os elementos que regulam a comunidade de microartrópodes no sistema florestal é fundamental para a resiliência de um sistema. Esta fauna colabora de diversas formas na sucessão, sendo que STREIT et al. (1985) destaca que o papel dos microartrópodes não está na modificação direta do ambiente, e sim na melhoria do turnover da biomassa através da interação com os outros organismos. MARAUM et al. (1998) ainda destaca outras três maneiras pelas quais esta comunidade acelera o processo de recuperação de ambientes perturbados:

1. Acelerando a recolonização da serrapilheira pelos fungos
2. Acelerando a recuperação da biomassa e respiração microbiana
3. Minimizando a perda de nutrientes.

Como resiliência de um sistema, entende-se que esta é a velocidade com a qual se atinge um estado de equilíbrio após uma perturbação (PIMM, 1991). Esta aumenta em sistemas com grande diversidade de espécies, uma vez que vários organismos diferentes são capazes de responder às mudanças ambientais (ULRICH, 1991 apud MARAUN et al., 1998). O que se observa na cicatriz da Vista do Almirante é que, mesmo após 13 anos de revegetação, e apesar da grande diversidade natural típica de florestas tropicais, ela ainda apresenta um quadro distante das áreas não perturbadas próximas, principalmente em relação às propriedades químicas do solo, como fósforo, e aos aspectos da vegetação. Mas é importante notar que o forte controle que é exercido pelo regime hídrico é capaz de afetar a fauna de microartrópodes, tanto em relação à densidade como à distribuição vertical, tanto na cicatriz e bordas como na área controle.

Um dos aspectos importantes é que as cicatrizes não se apresentam como unidades homogêneas, tendo uma grande variabilidade interna, que vai originar diversos domínios sucessionais com diferentes características físicas e biológicas condicionadas pela geomorfologia local. Diversos trabalhos mostram isto (ROCHA LEÃO, 1997; TURETTA, 1997; CRUZ et al.,1999, CHIROL, 1999; VILLELA, 1999), e a cicatriz da Vista do Almirante, apesar da sua pequena área e largura, é um destes exemplos. Assim são necessários mais trabalhos em escalas de maior detalhamento em cicatrizes e projetos de RAD não podem negligenciar estes aspetos dos deslizamentos.

BIBLIOGRAFIA

BRANDÃO, A.M.P.M (1994) Análise climato-ambiental no município do Rio de Janeiro - Uma abordagem espaço-temporal com ênfase na década de 80. Rio de Janeiro**, I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais**, BNDES. Pág. 64-67.

BROWN, S. & LUGO, A. (1990) Effects of forest clearing and sucession on the carbon and nitrogen content of soils in Puerto Ricoand US Virgin Island; **Plant and Soil 124**, pág. 54-64.

CASTRO Jr., E., (1991) O papel da fauna endopedônica na estruturação física do solo e seu significado para a hidrologia de superfície. Tese de Mestrado, P.P.G. em Geografia/UFRJ, , 150p.

CASTRO JR, E., ROCHA LEÃO, O M., TURETTA, A P.D.; CRUZ, E.S.; BALESDANT, F.C.; SENRA, L.C.; COELHO NETTO, A.L.; (1997) Estudo da colonização espontânea e resultantes hidro-erosivas em cicatrizes de movimento de massa: Cicatriz da Vista do Almirante - PARNA - Tijuca, RJ; **III Simpósio Nacional de Recuperação de áreas degradadas**, UFV, pág. 259-269

CASTRO JR, E., MIRANDA, J. C., COELHO NETTO, A L (1999); The role of biotic components on topsoil drainage efficiency in a mountainous rainforest environment: Elements for degraded areas recuperation projects evaluation. **In IGU - GERTEC Meeting; "Geomorphic responses to vegetation changes: problems and remedial work"**, Rio de Janeiro.

CHIROL, A.A., (1999) Estudo dos microartrópodes do topo do solo em uma cicatriz de movimento de massa: o caso da cicatriz da vista do almirante - PARNA Tijuca; Rio de Janeiro: IGEO/UFRJ (Monografia de Graduação), 61 pág.

COELHO NETTO, A.L., (1985) Surface Hydrology and soil erosion in a tropical rainforest drainage basin, Rio de Janeiro. PhD Thesis University of Leuven, Belgium, 181p.

COELHO NETTO, A.L., (1996) Produção de sedimentos em bacias fluviais florestadas do maciço da Tijuca, RJ: Respostas aos eventos extremos de fevereiro de 1996. Rio de Janeiro, **II Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos**.

COPLEY, J. (2000) Ecology goes underground; **Nature**, vol 406, 452-454 pág.

COSTA,N.M. da, (1986) Geomorfologia estrutural dos Maciços litorâneos do Rio de Janeiro, RJ, Rio de Janeiro, P.P.G. em Geografia /UFRJ, Dissertação de Mestrado, 108p. 1986.

CRUZ, E. S.; VILELA C. & COELHO NETTO, A L. (1999) Spatial distribution of the 1996 - Landslide scars at the Tijuca Massif and subsequent erosin: The influence of topography and vegetation changes. In **IGU - GERTEC Meeting; "Geomorphic responses to vegetation changes: problems and remedial work",** Rio de Janeiro.

DENSLOW, J. S. (1987) Tropical rain forest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics. nº 18,** pág 431-451.

EMBRAPA (1997) Manual de Métodos de análise de solo, 2ª edição, editado pela EMBRAPA, Rio de Janeiro, 212 pág.

FUELLEN, M.A; BRANDMA, R.T. (1995) Property changes by erosion of loamy sand soils in east Shropshire, **UK. Soil Technology 8,** pág. 1-15

GARAY, I.G., (1988) Relations entre l'hétérogénéité des litieres et la organization des peuplements d'arthropods édaphiques, Thèse de Doctorat d'État ès Sciences, Université Pierre et Marie Curie.

KANDELER, E; KAMPICHLER, C.; JOERGENSEN, R.G.; MÖLTER, K (1999) Effects of mesofauna in spruce forest on soil microbial communities and N cycling in field mesocosm. **Soil Biol. Biochem. 31**, pág. 1783-1792

KANEKO,N. (1995)Community organization of Oribatid Mites in various forest soils, in: **Structure and function of soil communities**, ed. by Edwards, Clive A, Abe T., published by Kyoto Univ. Press, Japan pág. 21-33

LEE, K.E.; FOSTER R.C.;(1992) Soil fauna and soil structure, **Australian Journal of Soil Resources, 29**; pág. 745-746.

MARAUN, M.; VISSER, S.; SCHEM, S. (1998) Oribatid Mites enhance the recovery of the microbial communities after a strong disturbance. **Applied Soil Ecology 9,** pág. 175-181

MATTOS, C. C. L. V., MATTOS, M. D. L. V., LAROCHE, R. C; (1976) Aspectos do clima e da flora do Parque Nacional da Tijuca. **Brasil Florestal 7 (25**), pág. 3-12.

MITCHELL, M.J. (1977) Population dynamics of oribatid mites (*Acari, Cryptostigmata*) in a Aspen Woodland Soil. **Pedobiologia 17**, pág. 305-319

MONTEZUMA, R.C.M, CHIROL, A.A., CRUZ, E.S., ROCHA LEÃO, O.M., CASTRO JR, E, COELHO NETTO, A.L. (2000); Recuperação Florestal de cicatrizes de movimentos de massa em encostas íngremes e florestadas**. III Simpósio nacional de Geomorfologia, Campinas, SP.**

MOORE, I D, BURCH, G J, WALLBRINK, P J, (1986) Preferential flow and hydraulic conductivity of forest soils, **Soil Sci. Soc. Am. J., 50**; 876-881.

OADE, J.M.; (1993) The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure, **Geoderma 56**, Elsevier Sci. Pub. B.V., Amsterdã, pág. 377-400.

OLIVEIRA, R. R. (1987) Produção e decomposição de serapilheira no Parque Nacional da Tijuca - Rio, P.P.G. em Geografia /UFRJ, Dissertação de Mestrado, 106p.

PIMM, S.L. (1991) The balance of nature? Ecological issues in the conservation of species and communities. University of Chicago Press, Chicago, 434 pág.

RAJAGOPAL, D., GANESHA BAT, U.; (1995) Distribution and abundance of different soil microarthropods communities in different soils, in: **Structure and function of soil communities**, ed. by EDWARDS, CLIVE A, ABE T., published by Kyoto Univ. Press, Japan. pág. 34-41

ROCHA LEÃO, O.M., (1997) Potencialidades e limitações da revegetação no controle da hidrologia e erosão de solos. Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, IGEO/UFRJ, 142 pág.

ROSS, S.M. (1992) Soil and litter nutrients losses in forest clearings close to a forest-savanna boundary on Maracá Island, Roraima, Brazil. In: FURLEY, P.A., PROCTOR, J., RATTER, J.A.; **Nature and Dynamics of Forest savanna Boundaries**, Ed. por Chapman and Hall, pág. 119-143

SANCHEZ, J. (1976) Properties and management of soils in tropics; Ed. John Wiley & Sons, NY, 618 pág.

SARKAR, S. (1990) Studies on microarthropod community in one undisturbed habitat of Tripura (India) with special reference to oribatid mites. **Rev. Ecol. Biol. Sol 27 (3)**, pág. 307-329.

SGARDELIS, S.P., SARKAR, S., ASIKIDIS, M.D.; CANCELA DA FONSECA, J.P.; STAMOU, G.P. (1993) Phenological patterns of soil microarthropods from 3 climate regions. **Eur. J. Soil Biol 29 (2),** pág. 49-57

STREIT, B.; BÜLMANN, A., REUTIMANN,P. (1985) Mite sucession in compost communities: Studies with Oribatei, Gamasida and Uropodina. **Pedobiologia 28,** pág. 1-12

SONGWE, N.C.; OKALI, D.U.U.; FASEHUN, F.E. (1995) Litter decomposition and nutrient release in a tropical rainforest, South Bakundu Forest Reserve, **Cameroon Journal of Tropical Ecology 11,** pág. 333-350

TURETTA, A.P.D., (1997) Estudo da colonização espontânea em uma cicatriz de movimento de massa e implicações na estruturação física de topo do solo - Cicatriza Vista do Almirante, PARNA - Tijuca, Monografia IGEO/UFRJ, p.66.

VILELLA, C. L., (1999) Caracterização morfológica das cicatrizes de movimento de massa de fevereiro de 1996: Maciço da Tijuca, RJ. Monografia IGEO/UFRJ, p.39.

WILSON, G.V. & LUXMOORE R J; (1988) Infiltration macroporosity and mesoporosity distributions on two forested watersheds, **Soil Sci. Soc.Am. J.**, 5252 pág. 329-335

ZARIN, D. J., JOHNSON, A.J, (1995) Nutrient Accumulation during primary succession in a Montane Tropical Forest, Puerto Rico, **Soil Sci. Soc. Am. Journal, 59**; pág. 1444-1452